



ISSN 1412 5641

MediaTeknika

Jurnal Teknologi

Vol. 10, No. 2, Desember 2015

Weak Local Residual in Relation to the Accuracy of Numerical Solutions to Conservation Laws

Sudi Mungkasi

Prototipe Pengaturan Tekanan Air pada Sistem Distribusi Air

Renny Rakhmawati

Penggunaan SCADA untuk Simulasi Pemakaian Daya, Pengendalian Pompa Air dan Lampu pada Gedung Bertingkat

Budi Kartadinata, Melisa Mulyadi, Linda Wijayanti

Border Gateway Protocol dengan Router MIKROTIK Berbantuan GNS3

Theresia Ghazali, Lydia Sari

Implementasi Algoritma Eclat untuk Frequent Pattern Mining pada Penjualan Barang

Joseph Eric Samodra, Budi Susanto, Willy Sudiarto Raharjo

Prototipe Sistem Rekomendasi Menu Makanan dengan Pendekatan Contextual Model dan Multi-Criteria Decision Making

Robertus Adi Nugroho

Kincir Angin Propeler Berbahan Kayu untuk Kecepatan Angin Tinggi

Wihadi D., Iswanjono, Rines

Evaluasi Model Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Menunjang Kinerja di PT Dirgantara Indonesia (PERSERO)

Aloysius Bagas Pradipta Irianto, Sasongko Pramono H, Wing Wahyu Winarno

MediaTeknika

Volume 10 Nomor 2, Desember 2015

- Editor in Chief : Dr. Iswanjono
- Associate Editors : Sudi Mungkasi, Ph.D.
Johanes Eka Priyatma, Ph.D.
Dr. Linggo Sumarno
- Managing Editors : I Gusti Ketut Puja, M.T.
Iwan Binanto, M.Sc.
- Administrators : Bernadeta Wuri Harini, M.T.
Catharina Maria Sri Wijayanti, S.Pd.
- Reviewers : Dr. Linggo Sumarno (USD)
Dr Iswanjono (USD)
Dr. Pranowo (UAJY)
Y.B. Lukiyanto, M.T. (USD)
Damar Widjaja, M.T. (USD)
Dr. Anastasia Rita Widiarti (USD)
Eka Firmansyah, Ph.D. (UGM)
Risanuri Hidayat, Ph.D (UGM)
I Gusti Ketut Puja, M.T. (USD)
- Contact us : Media Teknika Journal Office
Universitas Sanata Dharma
Kampus III Paingan Yogyakarta
Telp. (0274) 883037, 883986 ext. 2310, 2320
Fax. (0274) 886529
e-mail : mediateknika@usd.ac.id
situs : www.usd.ac.id/mediateknika

MediaTeknika is managed by Faculty of Science and Technology, Sanata Dharma University for scientific communication in research areas of engineering, technology, and applied sciences.

Media Teknika

Jurnal Teknologi

Vol. 10, No. 2, 2015

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
EDITORIAL	ii
Weak Local Residual in Relation to the Accuracy of Numerical Solutions to Conservation Laws <i>Sudi Mungkasi</i>	65 – 71
Prototipe Pengaturan Tekanan Air pada Sistem Distribusi Air <i>Renny Rakhmawati</i>	72 – 82
Penggunaan SCADA untuk Simulasi Pemakaian Daya, Pengendalian Pompa Air dan Lampu pada Gedung Bertingkat <i>Budi Kartadinata, Melisa Mulyadi, Linda Wijayanti</i>	83 – 91
Border Gateway Protocol dengan Router MIKROTIK Berbantuan GNS3 <i>Theresia Ghozali, Lydia Sari</i>	92 – 100
Implementasi Algoritma Eclat untuk Frequent Pattern Mining pada Penjualan Barang <i>Joseph Eric Samodra, Budi Susanto, Willy Sudiarto Raharjo</i>	101 – 110
Prototipe Sistem Rekomendasi Menu Makanan dengan Pendekatan Contextual Model dan Multi-Criteria Decision Making <i>Robertus Adi Nugroho</i>	111 – 121
Kincir Angin Propeler Berbahan Kayu untuk Kecepatan Angin Tinggi <i>Wihadi D., Iswanjono, Rines</i>	122 – 131
Evaluasi Model Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Menunjang Kinerja di PT Dirgantara Indonesia (PERSERO) <i>Aloysius Bagas Pradipta Irianto, Sasongko Pramono H, Wing Wahyu Winarno</i>	132 – 140

EDITORIAL

Salam sejahtera,

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas perkenanannya Jurnal Teknologi Media Teknika pada tahun 2015 ini dapat hadir kembali di tengah-tengah Bapak/Ibu/Sdr semuanya. Merupakan kebanggaan tersendiri bagi kami tim redaksi dapat melalui tahapan yang begitu rumit dan terjal, untuk mewujudkan agar jurnal ini bisa hadir di tengah-tengah perkembangan ipteks yang ada sekarang ini.

Jurnal Teknologi Media Teknika Vol. 10, No. 2, Desember 2015 ini memuat 8 tulisan yang mencakup bidang ilmu matematika terapan 1 paper, teknik elektro 2 paper, teknik informatika 4 paper dan teknik mesin 1 paper. Redaksi mengucapkan terima kasih kepada para penulis yang telah rela meluangkan waktu dan pikiran untuk menulis paper-paper tersebut dalam berbagi kepada yang lain. Semoga atas jerih payahnya mendapatkan balasan yang sepadan.

Selanjutnya kami mengundang kepada Bapak/Ibu/Sdr untuk turut juga berpartisipasi dalam jurnal Media Teknika dengan mengirimkan naskah/paper hasil penelitian atau kajian ilmiah. Kiranya tulisan Bapak/Ibu/Sdr akan membantu perkembangan ipteks ke arah yang lebih baik dan berguna bagi masyarakat.

Akhirnya tim redaksi berharap semoga kehadiran jurnal ini dapat bermanfaat dalam menyebarkan ipteks untuk membantu kepada masyarakat yang membutuhkannya. Tiada gading yang tak retak, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan demi perbaikan dikemudian hari.

Salam.

Redaksi

Kincir Angin Propeler Berbahan Kayu untuk Kecepatan Angin Tinggi

Wihadi D.¹, Iswanjono², Rines³

^{1,3}Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma
Yogyakarta, Indonesia

² Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma
Yogyakarta, Indonesia
e-mail: iswan_id@usd.ac.id

Abstract

Laktutus village located at the eastern end of Atambua region, an area of the state border with East Timor. Contour area is hilly, chalky and barren land. One of the natural potential available almost all year round with the wind speed is relatively high, about 10 – 12 m/s. At its peak, this potential can reach a speed of 18 m / sec. Windmill blade profiles in Rembang formed by two blades board more or less the same width. Between the two boards form an angle of approximately 150° – 160°, and mounted on the shaft with the aid of welded steel elbow profile with a slope of 10° from normal areas of the shaft axis. The arrangement is such that the blade blades generate a lift force that causes rotation of the wheel and drag force direction of the axis of the shaft. This study aims to redesign the wheel Rembang in order to be able to work well at high wind speeds. Design focused on the variation in the length of the blade and the pitch angle. Early trials for windmills diameter of 100cm, 200 cm, and 300 cm can be done with the wind speed up to 16 m/s. Qualitative analysis showed a correlation between the energy gained by the parameter diameter and pitch angle of the blade wheel. The larger the diameter of the mill, will be obtained electrical energy are getting bigger. The smaller the pitch angle, will obtain greater electrical energy.

Keywords: windmill, wooden propeller, electrical energy, high wind speed

1. Pendahuluan

Desa Laktutus terletak di ujung timur wilayah Atambua, merupakan daerah perbatasan negara dengan Timor Leste. Kontur wilayahnya berbukit-bukit, tanahnya berkapur dan tandus. Meskipun di sana-sini terdapat tumbuhan tegakan, akan tetapi banyak hamparan ladang luas yang hanya ditumbuhi rerumputan. Suhu udaranya dingin dan lembab seperti pada umumnya daerah pegunungan tinggi.

Salah satu potensi alam yang hampir sepanjang tahun tersedia adalah angin dengan kecepatan yang relatif tinggi, sekitar 10 – 12 m/dtk. Pada kondisi puncaknya, potensi ini dapat menggapai kecepatan 18 m/dtk. Sebagai perbandingan, kecepatan rata-rata angin di pantai selatan DIY hanya 3 – 4 m/dtk. Hampir setiap puncak bukit di Laktutus menjadi tempat yang berangin kencang hingga sangat kencang, seperti di puncak bukit Laktutus, puncak Heliwen dan puncak Webmotis.

Dari observasi singkat pada kincir sederhana model Rembang, diperoleh data-data sebagai berikut. Kincir angin pada umumnya bersudu 4. Sudu dibentuk dari dua bilah papan dengan panjang jari-jari antara 1,3 – 1,6 meter, dan lebar 0,35 meter. Tinggi tiang kincir rata-rata 1,5. Hasil pengukuran ditambah belakang SPBU Tambakagung, pada kecepatan angin rerata 30 km/jam (sekitar 8 m/detik), kecepatan putar poros kincir 120 rpm dengan beban pompa air yang tidak terukur.

Profil sudu kincir di Rembang dibentuk oleh dua bilah papan yang kurang lebih lebarnya sama. Antar kedua papan membentuk sudut kurang lebih 150°-160°, dan dipasang pada poros

dengan bantuan besi profil siku yang dilas dengan kemiringan 10° dari bidang normal sumbu poros. Susunan bilah sudu tersebut sedemikian sehingga menghasilkan gaya *lift* yang menyebabkan perputaran kincir dan gaya *drag* yang searah dengan sumbu poros.

Beberapa hasil penelitian sejenis yang terkait dengan turbin angin jenis propeler tiga sudu dapat dijadikan sebagai perbandingan. Pengujian terhadap kincir bersudu datar oleh Kim, B.T. [1] dalam ringkasan proyeknya memberikan kesimpulan bahwa kincir dengan *pitch angle* sudu 10° berputar lebih cepat saat tidak dibebani, tetapi setelah dibebani ternyata kincir dengan *pitch angle* sudu 15° memberikan daya yang paling tinggi. Penelitian serupa yang dilakukan oleh Musyafa, A dan Noriyati, R.D. [2], terhadap kincir dengan sudu *air foil* standar NACA 0012 menunjukkan hasil bahwa koefisien daya puncak maksimum yang dihasilkan adalah sekitar 0,3 pada *tip speed ratio* (*tsr*) sekitar 19 yang dicapai oleh kincir dengan *pitch angle* sudu $16,8^\circ$. M. Predescu, dkk. [3] telah melakukan penelitian terhadap tiga variasi jumlah sudu turbin angin tipe NACA449 yang dimodifikasi dan memperoleh hasil bahwa pada kecepatan angin 6,5 m/s dan *tip angle* 0° , turbin tiga sudu memberikan koefisien daya puncak sekitar 0,49 pada *tsr* 5,0 yang sedikit lebih tinggi dari yang diberikan oleh turbin dua sudu.

Penelitian sejenis lainnya adalah yang dilakukan oleh Fei-Bin Hsiao, dkk. [4] terhadap tiga variasi geometri pada sudu turbin angin propeler tiga sudu tipe *airfoil* NACA4418 dan menunjukkan hasil bahwa koefisien daya puncak tertinggi dihasilkan oleh turbin dengan sudu bentuk optimum (OPT *blade*), yakni sebesar 0,428 pada *tsr* 4,92. Smith, J [5], yang juga telah melakukan penelitian serupa (hanya saja menggunakan empat sudu yang menyerupai bentuk propeler pesawat terbang dalam makalahnya menyimpulkan bahwa kincir dengan *pitch angle* sudu 15° memberikan putaran paling tinggi. Selain itu Rector, M.C. dan Visser, K [6] menyebutkan bahwa kincir standar tiga sudu Bergey XL.1 dari hasil kajian numerik menunjukkan bahwa kincir dengan *pitch angle* 10° memberikan koefisien daya puncak 20% lebih tinggi dibandingkan dengan yang diberikan oleh kincir dengan *pitch angle* sudu 20° . Telah dilakukan pula penelitian terhadap model-model turbin angin propeler tiga sudu datar berbentuk persegi panjang, Rines [7], yang memberikan hasil bahwa koefisien daya puncak tertinggi dicapai oleh model turbin dengan lebar sudu 15 cm dan *pitch angle* 10° , yakni sekitar 0,3 pada *tsr* optimal 3,1.

Angin yang merupakan udara bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah memiliki energi kinetik, E_k , yang besarnya bergantung pada massa udara, m , dan kecepatannya, v_w , yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E_k = \frac{1}{2} m v_w^2 \quad (1)$$

Oleh karena daya adalah energi persatuan waktu, maka Pers. (1) di atas, dapat dikembangkan ke dalam bentuk hubungan daya, P_w , massa udara per satuan waktu, m/t , dan kecepatan angin, v_w , sebagai berikut:

$$P_w = \frac{1}{2} (m/t) v_w^2 \quad (2)$$

Bila udara diasumsikan mengalir dengan kecepatan v_w yang konstan, di dalam sebuah saluran khayal yang prismatis dan tertutup dengan luas penampang aliran, A , maka laju aliran udara, Q_w , yang melintasi saluran tersebut, berdasarkan prinsip kontinuitas dapat diungkapkan sebagai berikut:

$$Q_w = A v_w \quad (3)$$

Dengan menandai densitas udara dengan ρ , maka massa udara persatuan waktu yang melintasi saluran khayal tersebut dapat dihitung dengan mengembangkan Pers.(3) menjadi

$$m/t = Q_w \rho = \rho A v_w \quad (4)$$

Selanjutnya, Pers.(2) dapat dituliskan menjadi

$$P_w = \frac{1}{2} \rho A v_w^3 \quad (5)$$

Daya output, P_o , yang dihasilkan kincir, dapat dihitung berdasarkan besar beban atau torsi, T , yang diberikan pada poros kincir dan kecepatan putar, n , yang dihasilkan kincir adalah:

$$P_o = T \pi n / 30 \quad (6)$$

Untuk menentukan nilai-nilai koefisien daya, C_p , daya output terhitung, P_o , selanjutnya dibandingkan dengan daya teoritis yang diberikan oleh angin, P_w , yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C_p = (P_o / P_w) \times 100\% \quad (7)$$

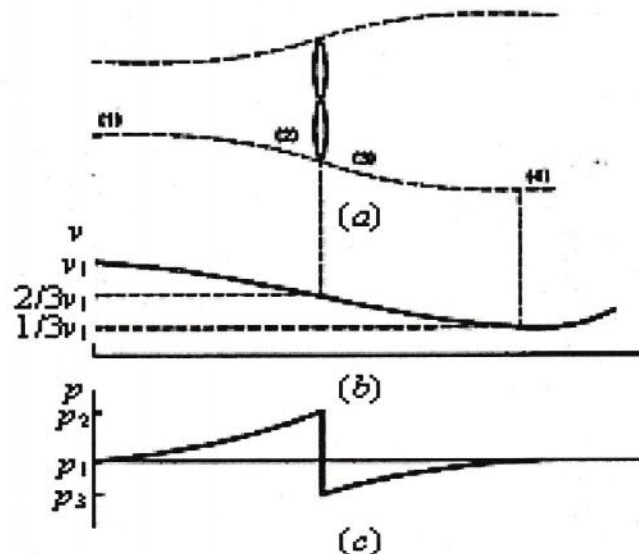
Koefisien daya ini akan digambarkan hubungannya dengan *tip speed ratio* (tsr) yang merupakan perbandingan kecepatan keliling lingkaran terluar rotor kincir dengan kecepatan angin, v_w ,

$$tsr = (\pi r_k n / 30) / v_w \quad (8)$$

dengan:

- n : kecepatan putar atau putaran per menit (rpm) poros kincir dan
 r_k : jari-jari kincir.

Kecepatan angin, v_w , yang dimaksudkan pada persamaan-persamaan di atas adalah kecepatan angin bebas yang menghampiri kincir angin sebelum mengalami gangguan ketika mendekati kincir. Kondisi fisik turbin angin yang dipakai untuk menggerakkan sejumlah besar massa udara akan mengubah kecepatan dan tekanan udara setempat, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1. Dalam gambar ditunjukkan sebuah kincir tipe propeler bersumbu horizontal yang menerima hembusan angin dari sebelah kiri. Dalam hal ini, gerakan udara dipandang membentuk sebuah saluran berbentuk pipa. Diameter mula-mula pipa angin dinyatakan sebagai d_1 , kecepatan angin mula-mula, sebelum terganggu, dinyatakan dengan v_1 , dan tekanan udara mula-mula p_1 .



Gambar 1. (a) Saluran berbentuk pipa yang menggambarkan aliran udara yang melintasi turbin angin ideal, (b) perubahan kecepatan udara dan (c) perubahan tekanan udara, dari kondisi sebelum terganggu dan setelah melewati kincir angin [8].

Seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1(b), ketika mengenai kincir [posisi (2)] kecepatan angin akan menurun hingga mencapai $2/3$ dari kecepatan angin mula-mula dan terus menurun setelah melewati kincir angin [posisi (3)] hingga mencapai $1/3$ dari kecepatan angin mula-mula pada posisi (4). Setelah mencapai posisi (4), kecepatan angin akan meningkat dan kembali sama besar dengan kondisi mula-mula. Bila luas penampang angin mula-mula pada Gambar 1(a) dinyatakan sebagai A_1 dan luas penampang pipa angin ketika mencapai

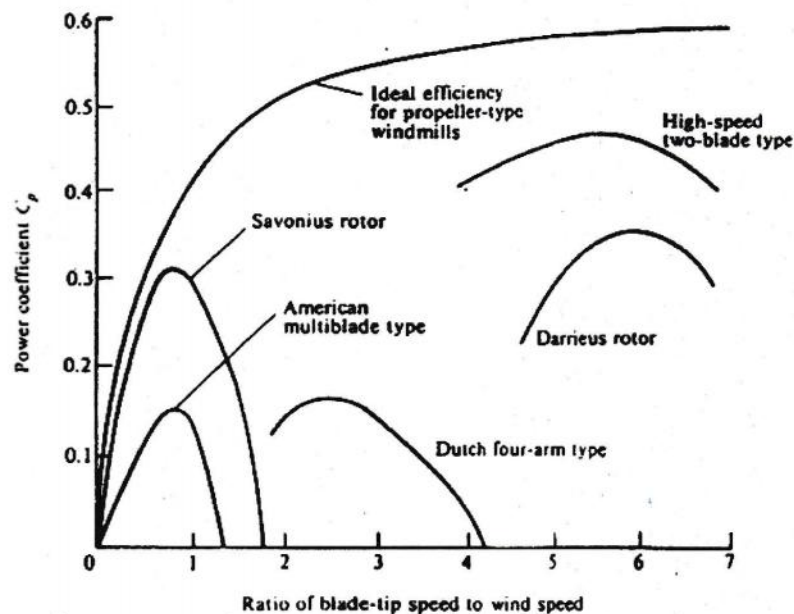
posisi (4) dinyatakan dengan A_4 , maka pada kondisi yang optimal $A_4 = 3 A_1$. Daya mekanis ideal yang dapat diekstraksi selanjutnya merupakan perbedaan antara daya input dan daya output:

$$P_{ideal} = P_1 - P_4 = \frac{1}{2} \rho (A_1 v_1^3 - A_4 v_4^3) = \frac{1}{2} \rho \left(\frac{8}{9} A_1 v_1^3 \right) \quad (9)$$

Bila luas penampang pipa angin A_1 pada Pers.(9) digantikan dengan luas penampang pipa angin pada posisi (2) atau sama dengan luas sapuan kincir, A_2 , dimana $A_1 = 2/3 A_2$, maka Pers.(2-9) di atas dapat dituliskan menjadi:

$$P_{ideal} = \frac{1}{2} \rho \left(\frac{8}{9} \cdot \frac{2}{3} A_2 v_1^3 \right) = \frac{1}{2} \rho \left(\frac{16}{27} A_2 v_1^3 \right) \quad (10)$$

Hal ini menunjukkan bahwa sebuah kincir yang ideal dapat mengekstraksi daya $16/27$ atau $0,593$ dari daya yang disediakan angin. Faktor ini biasanya disebut sebagai koefisien Betz (*Betz coefficient*). Dalam kenyataannya, daya angin yang diekstraksi dengan memakai kincir aktual selalu lebih kecil dari nilai ini. Nilai koefisien daya, C_p , puncak yang dicapai oleh kincir aktual yang sudah dianggap baik adalah sekitar $35 - 40$ persen dalam kondisi optimal [8]. Dalam Gambar 2 ditunjukkan hubungan antara koefisien daya dan *tip speed ratio* untuk beberapa jenis kincir yang telah banyak dikenal.

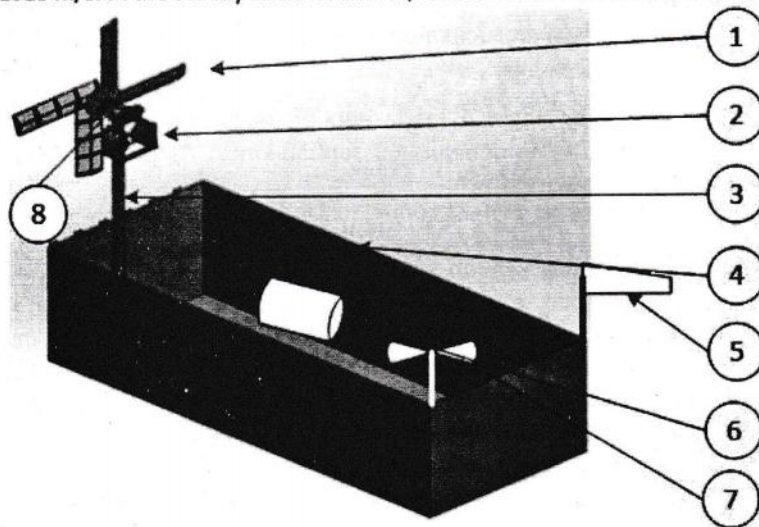


Gambar 2. Kurva hubungan koefisien daya, C_p , dan *tip speed ratio*, tsr , untuk berbagai tipe kincir angin standar [8].

2. Metode Penelitian

Pengukuran data dalam penelitian ini tidak dapat dilakukan di dalam laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin-Universitas Sanata Dharma oleh karena ukuran kincir terlalu besar dan kecepatan angin yang dibutuhkan diluar kemampuan wind tunnel yang ada. Seperti telah dikemukakan sebelumnya, kecepatan angin yang hendak diterapkan mirip yang pernah diukur di Atambua, yaitu sekitar 15 meter/detik (sekitar 54 km/jam).

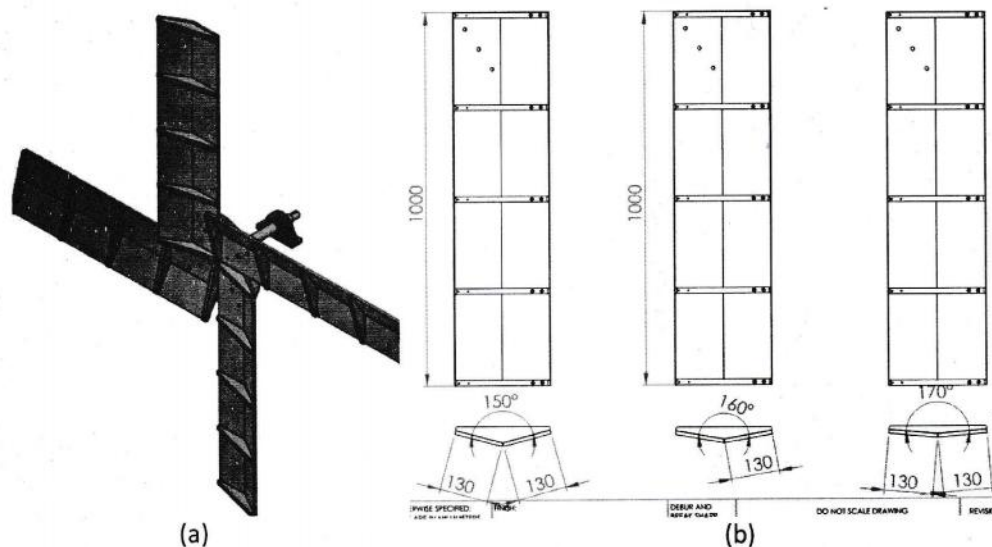
Dalam pengukuran data rangkaian kincir beserta peralatan pengukur dan pencatat data akan ditempatkan di atas sebuah kendaraan pendulang angin (Gambar 3). Rangkaian dibuat sedemikian rupa agar stabil dan pengambilan data dapat dilakukan dengan baik. Selanjutnya kendaraan beserta seluruh peralatan akan dijalankan pada kecepatan yang konstan, dengan kondisi peralatan pengukur kecepatan angin menunjukkan angka di 15 meter/detik. Pada keadaan yang stabil tersebut seluruh data akan diukur secara simultan.



Gambar 3. Setting pengujian kincir (1) Kincir angin dengan berbagai variasi (2) Unit penyangga kincir angin (3) Unit kendaraan pendulang angina (4) Alat ukur dan perekam data (5) Generator listrik (6) Anemometer

Jenis peralatan yang dipergunakan dalam pengumpulan data adalah sebagai berikut.

1. Kincir angin berdiameter 1 meter, 2 meter dan 3 meter yang terbuat dari material local, yaitu kayu. Sudu kincir mengadopsi sudu kincir Rembang. Terdapat 3 set sudu yang masing-masing berbeda posisi sudutnya sesuai dengan kebutuhan penelitian seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Detail variasi sudu-sudu kincir. (a) Profil Kincir; (b) Dimensi Kincir

2. Konstruksi penyangga kincir yang disusun dari pipa besi SNI berdiameter 4 inchi. Dari uji statik rangka batang penyangga kincir diperoleh harga angka keamanan (FOS criteria Von Mises) sebesar 2,7. Hal ini mengandung arti bahwa rancangan komputeris pada konstruksi penyangga kincir dapat menyangga beban yang diberikan dengan baik.
3. Kendaraan bak terbuka, yang ditujukan untuk menghasilkan kecepatan angin sesuai kebutuhan penelitian. Seperti telah diuraikan pada bagian sebelumnya bahwa dibutuhkan angin dengan kecepatan hingga 15 meter/detik atau sekitar 54 km/jam untuk mendekati kecepatan angin yang ada di Atambua.

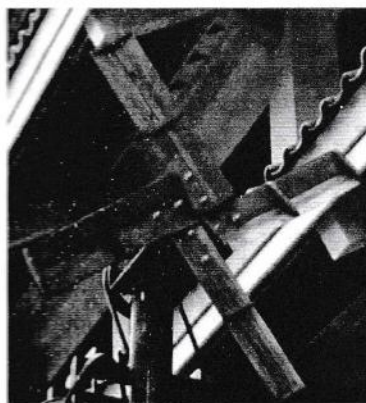
4. Peralatan akuisisi data kecepatan angin. Peralatan ini mempergunakan rangkaian elektronik berbasis mikrokontroler yang antara lain terdiri dari sensor-sensor, pengondisi sinyal, *Analog to Digital Converter* (ADC), Mikrokontroler dan penampil. Pada pengujian ini parameter yang diukur adalah tegangan dan arus yang dihasilkan oleh generator listrik. Kedua parameter tersebut digunakan untuk menghitung daya dan energi yang dihasilkan selama pengujian dengan berbagai kecepatan angina dan diameter sudu.
5. Generator DC yang diadopsi dari sepeda listrik dengan tegangan maksimum 48 volt dan arus 18 ampere.
6. Anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan angin. Kecepatan angin yang diukur adalah kecepatan kendaraan pendulang angina, dimana kendaraan diatur pergerakannya dengan memperhatikan besar kecepatan angin yang terukur anemometer.

3. Hasil dan Pembahasan

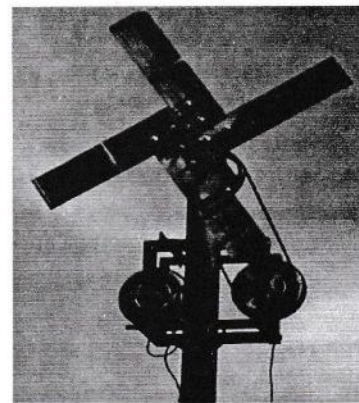
3.1 Implementasi Kincir Angin

Sesuai dengan tujuan dan metode yang telah ditentukan, pada penelitian ini telah didesain kincir angin dari bahan kayu jati. Desain yang telah diimplementasikan adalah sebagai berikut:

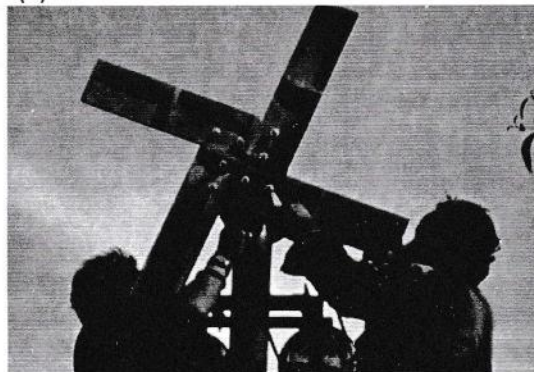
- Kincir diameter 100 cm dengan *pitch angle* 30°, 20°, dan 10° (Gambar 5);
- Kincir diameter 150 cm dengan *pitch angle* 10° (Gambar 6)



(a)

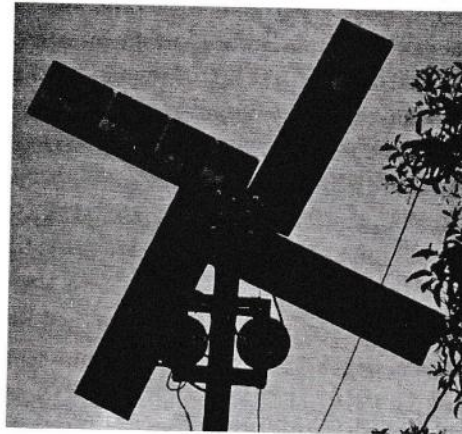


(b)



(c)

Gambar 5. Desain kincir diameter 1000 mm. (a) *pitch angle* 30°; (b) *pitch angle* 20°; (c) *pitch angle* 10°.



Gambar 6. Desain kincir diameter 2000 mm, (a) *pitch angle* 10°

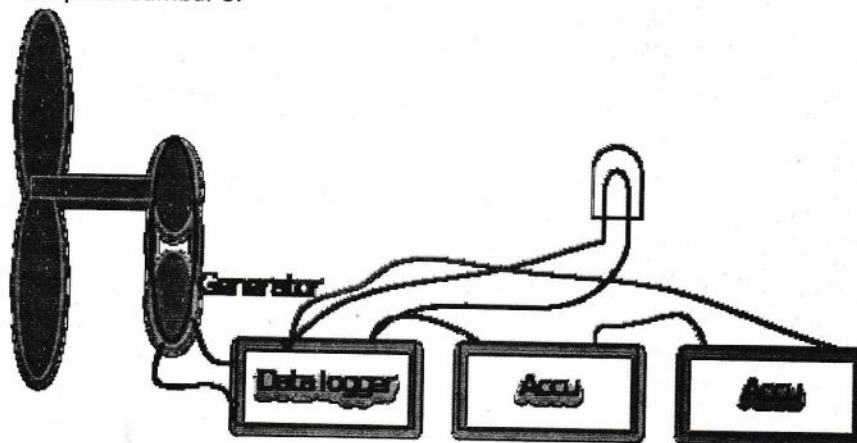
3.2 Uji Coba

Uji coba lapangan dilakukan di Jl. Pantai Samas, Sanden, Bantul, Yogyakarta pada hari Rabu tanggal 17 Juni 2015. Panjang jalan adalah 1100 m. Parameter yang diukur pada uji coba tersebut adalah kecepatan angin, tegangan dan arus generator yang digunakan untuk pengisian *accumulator*.

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam uji coba adalah sebagai berikut:

- a. Kincir berbagai ukuran
- b. Tiang penyangga kincir
- c. Generator listrik (tegangan maksimum 48 volt, arus 18 ampere)
- d. Anemometer
- e. Armada (Truk) untuk mendulang angin
- f. *Data logger* (Tegangan maksimum yang dapat diukur 60 volt, Arus 20 ampere)
- g. *Accumulator* (2 buah, 12 volt)
- h. Beban lampu dc
- i. Kabel dan konektor
- j. *Multimeter*
- k. *Tool kit set*

Rangkaian uji coba adalah sebagai diperlihatkan pada Gambar 7 dan posisi kincir pada armada ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 7. Rangkaian uji coba



Gambar 8.Posisi kincir pada armada pendulang angin

Hasil uji coba:

Hasil uji coba ini dilakukan dengan pengukuran tegangan, arus, daya, dan energi menggunakan *data logger* yang telah tersedia. Hasil uji disampaikan dalam Lampiran A s.d I. Rata-rata yang disajikan dalam uji coba ini hanya untuk arah uji satu kali jalan dari Pantai Samas ke Pantai Pandasari dan kembali ke Pantai Samas. Jarak tempuh yang dicapai 2200 meter.

1. Kincir diameter 1000 mm dengan *pitch angle* 30°

Nilai rata-rata yang diperoleh:

A. Kecepatan Angin 16 m/s

- Tegangan : 25,53 V
- Arus : 2,06 A
- Daya : 58,8 W
- Perolehan Energi : 3,66 Wh

B. Kecepatan Angin 14 m/s

- Tegangan : 25.22 V
- Arus : 2.37 A
- Daya : 61.68 W
- Perolehan Energi : 2.46 Wh

C. Kecepatan Angin 12 m/s

- Tegangan : 24.05 V
- Arus : 1.87 A
- Daya : 50.41 W
- Perolehan Energi : 2.6 Wh

2. Kincir diameter 1000 mm dengan *pitch angle* 20°

Nilai rata-rata yang diperoleh:

A. Kecepatan Angin 16 m/s

- Tegangan : 23,26 V
- Arus : 1 A
- Daya : 27.82 W
- Perolehan Energi : 1,93 Wh

B. Kecepatan Angin 14 m/s

- Tegangan : 24.13 V
- Arus : 0,78 A
- Daya : 21,39 W
- Perolehan Energi : 1,65 Wh

C. Kecepatan Angin 12 m/s

- Tegangan : 25.14 V
- Arus : 0,9 A
- Daya : 24,83 W
- Perolehan Energi : 1,4 Wh

3. Kincir diameter 1000 mm dengan *pitch angle* 10°

Nilai rata-rata yang diperoleh:

- Tegangan : 0 V
- Arus : 0 A
- Daya : 0 W
- Perolehan Energi : 0 Wh

4. Kincir diameter 2000 mm dengan *pitch angle* 10°

Nilai rata-rata yang diperoleh:

A. Kecepatan angin 12 m/s

- Tegangan : 37,99 V
- Arus : 13,45 A
- Daya : 557,95 W
- Perolehan Energi : 29,13 Wh

B. Kecepatan angin 10 m/s

- Tegangan : 29,09 V
- Arus : 7,58 A
- Daya : 268,80 W
- Perolehan Energi : 27,39 Wh

C. Kecepatan angin 8 m/s

- Tegangan : 30,92 V
- Arus : 5,80 A
- Daya : 195,71 W
- Perolehan Energi : 17,15 Wh

3.3 Analisis Umum

Uji coba ini ditujukan untuk mengetahui kinerja kincir dengan parameter yang dianalisis adalah pengaruh nilai diameter dan *pitch angle* terhadap perolehan energi listrik pada generator yang digunakan. Lebar sudu kincir angin pada uji ini masih diabaikan.

Pengukuran energi dilakukan dengan *data logger* dengan batasan bahwa tegangan maksimum yang diperbolehkan adalah 60 volt dan arus maksimum yang terukur adalah 20 ampere. Pengambilan data dilakukan setiap 12 detik (s).

Uji coba yang dapat menghasilkan data seperti bagian 5.2 di atas adalah untuk kincir dengan diameter 1000 mm dengan *pitch angle* 30° dan 20°. Masing-masing dicoba dengan variasi kecepatan angin 12 m/s, 14 m/s, dan 16 m/s. Kincir angin dengan diameter 1000 mm dengan *pitch angle* 10° tidak menghasilkan data pada kecepatan angin tersebut (energi yang dihasilkan nol).

Uji coba kincir angin dengan diameter 2000 mm dengan *pitch angle* 170° dilakukan pada kecepatan angin 8 m/s, 10 m/s, dan 12 m/s. Uji coba kincir angin dengan diameter 2000 mm dengan *pitch angle* 30° dan 20° tidak dilakukan dengan alasan keamanan. Dari data uji

(Lampiran G, H, dan I) dapat dilihat dengan kecepatan angin yang digunakan daya yang diperoleh sudah melampaui batas yang diijinkan. Uji coba kincir angin dengan diameter 3000 mm tidak dilakukan, karena masih dalam tahap *finishing*.

Dengan melihat perolehan energi selama uji coba, dari data hasil percobaan awal ini (Tabel 1) secara umum dapat dinyatakan bahwa:

1. Semakin besar diameter kincir, akan diperoleh energi listrik yang semakin besar
2. Semakin besar *pitch angle*, akan diperoleh energi listrik yang semakin besar pula
3. Semakin tinggi kecepatan angin, akan diperoleh energi listrik yang semakin besar

Tabel 1. Perolehan energi

Diameter (mm)	Kecepatan Angin (m/s)	Pitch Angle (deg)	Energi (Wh)
1000	16	30	3.22
1000	14	30	2.46
1000	12	30	2.6
1000	16	20	1.93
1000	14	20	1.65
1000	12	20	1.4
2000	12	10	29.13
2000	10	10	27.39
2000	8	10	17.15

4. Kesimpulan

1. Desain kincir dengan berbagai ukuran diameter dan pitch angle dapat memberikan diskripsi kinerja kincir angin terhadap energi yang diperoleh;
2. Semakin besar diameter kincir, akan diperoleh energi listrik yang semakin besar;
3. Semakin besar *pitch angle*, akan diperoleh energi listrik yang semakin besar.

Daftar Pustaka

- [1] Kim, B.T., 2005, "The Effect of the Blade's Pitch Angle on Wind Power", 21 Februari 2012, <http://www.usc.edu/CSSF/History/2005/>.
- [2] Musyafa, A. dan Noriyati, R.D. "Implementation of Pitch Angle Wind Turbine Position for Maximum Power Production", Academic Research International, Vol. 3, No. 1, July 2012, hal 510-518.
- [3] Predescu, M., Bejinariu, A., Mitroi, O. and Nedelcu, A., 2009, "Influence of the Number of Blades on the Mechanical Power Curve of Wind Turbines," International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'09), Valencia (Spain), 15th to 17th April, 2009.
- [4] Hsiao, F.B., Bai, C.J. and Chong, W.T. "The Performance Test of Three Different Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT) Blade Shapes Using Experimental and Numerical Methods", Energies 2013, Vol.6, pp. 2784-2803, 5 June 2013
- [5] Smith, J., 2010, The Effect of Blade Angle on Wind Turbine Efficiency, 21 Februari 2012, www.washloc.k12.oh.us/.
- [6] Rector, M.C. dan Visser, K., 2005, The Effect of Blade Pitch on Small Multi-Bladed Horizontal-Axis Wind Turbines, 21 Februari 2012, www.clarkson.edu/honors/.
- [7] Rines, "Investigasi Pengaruh Pitch Angle terhadap Unjuk Kerja pada Model Kincir Angin Bersudu Datar Persegi Panjang", Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin 8, hal K27-K32, 20 Juni 2013.
- [8] Johnson, G.L., 2006, Wind Energy Systems, Electronic Edition, 9 Januari 2009, <http://www.eece.ksu.edu/~gjohnson/>.